



Instrumentelle Klimazeitreihen

Möglichkeiten und Grenzen

Ingeborg Auer, 24.03.2014



ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

Inhalt

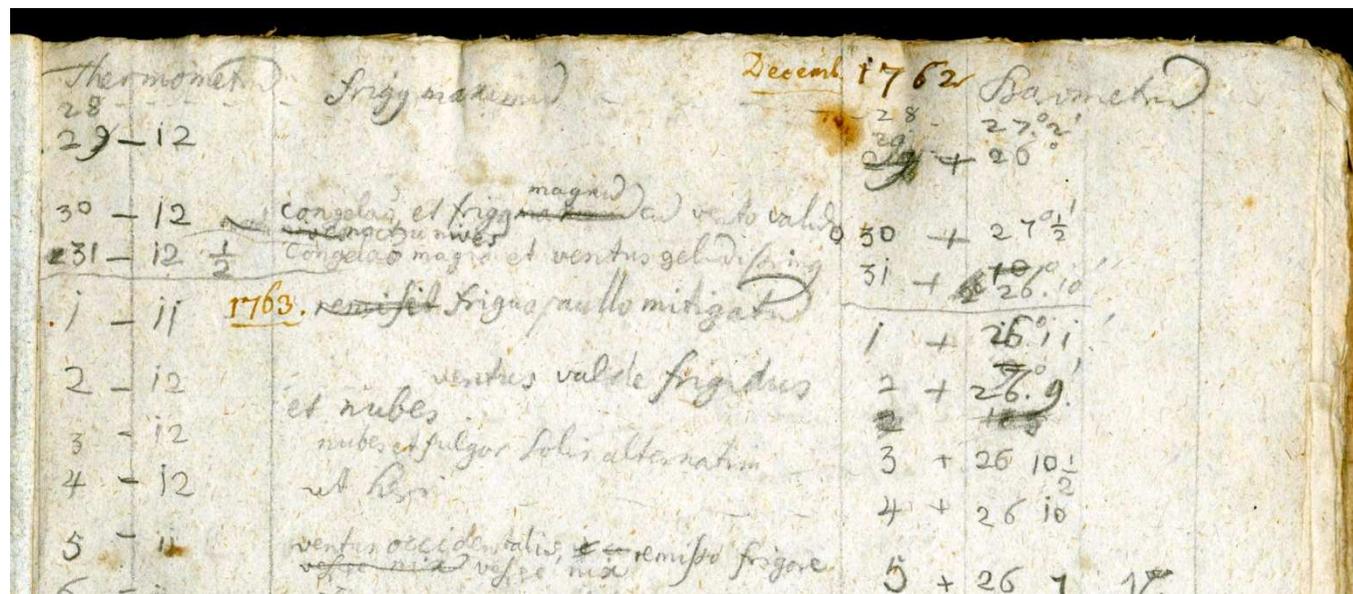
- seit wann gibt es brauchbare Messungen?
- Probleme – Ursachen für Inhomogenitäten
- Homogenisierung – Probleme bei der Homogenisierung
- Beispiele der Homogenisierung
- Analysen - HISTALP – Zeitreihen
- Ausblick

29.07.2015
Folie 2

erste Messungen

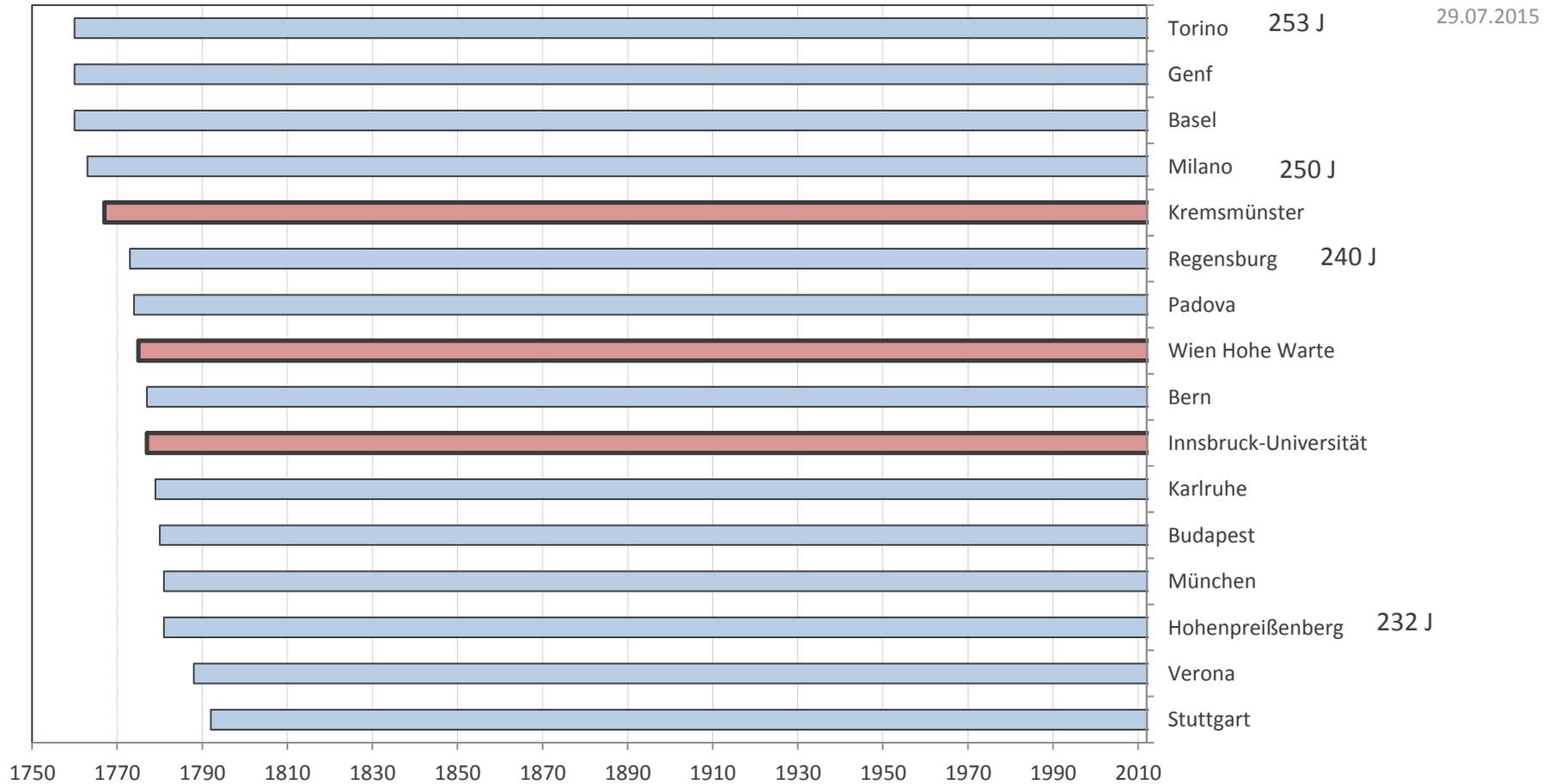
- 350: Regenmesser (Indien), 1597: Galilei (Thermometer), 1643: Torricelli (Barometer), 1732: Pitot (Anemometer), 1769: Lambert (Hygrometer), 1792: Hutton (Psychrometer), 1838: Poulliet (Pyrheliometer), 1853: Campbell (Sunshine Autograph)
- brauchbar: ab 1664 Paris, 1666-1692: Parallel Oxford und London,
- brauchbar: ab 1767 in Kremsmünster (Österreich)

2015
Folie 3



erste Beobachtungen von Kremsmünster, 1763 (Sternwarte)

längste Temperaturreihen im Alpenraum

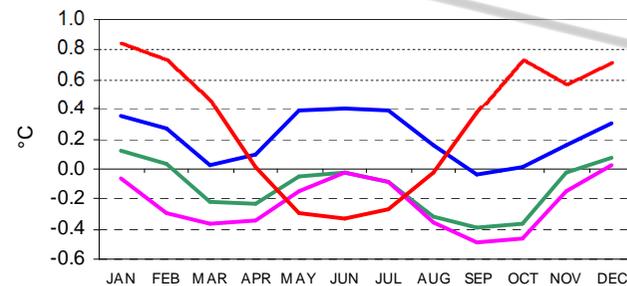
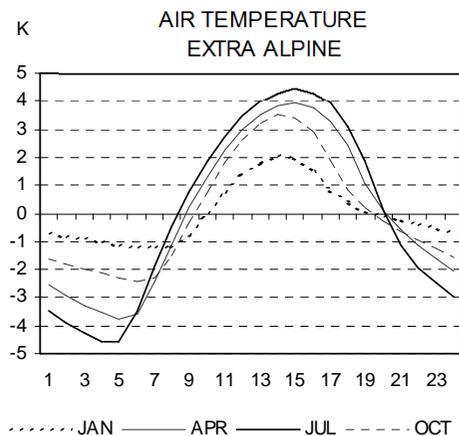


Quelle:
<http://www.zamg.ac.at/histalp>

Beobachtungszeiten

- keine Wetterdienste, keine Koordination mit wenigen Ausnahmen (1650s – 1660s: Academia del Cimento (Firenze) – 1. systematisches Messnetz mit mehreren Standorten , 1780-1792: Societas Meteorologica Palatina (Mannheim) – 1. gesamteuropäisches Netzwerk, Anfang 19. Jh. regionale Messnetze,
- Mitte 19 Jh: Gründung der ersten europäischen Wetterdienste (ZAMG)
- Koordination, z.B. von Beobachtungszeiten
- Beispiel Kremsmünster:* zu Beginn Beobachtungen 1x täglich, später öfter, (1767 - 1791: 2x vor Sonnenaufgang und zu Mittag, (1791 - 1794: 8,12,16) – (1794 -1800: 6,12,16),, genormte Beobachtungsstunden (Mannheimer Stunden) ab 1880, ab 1971 Verlegung der Abendbeobachtung, Umstellung von MOZ auf MEZ
- Vor Sept.1841 Sonnenzeit, dann mittlere Ortszeit,

Homogenisierung



- (7+14+21+21)/4 - 24hourly mean
- (7+19+max+min)/4 - 24hourly mean
- (7+14+21)/3 - 24hourly mean
- (max+min)/2 - 24hourly mean



Quelle: ALOCLIM, 2001

Messbedingungen – Strahlungsschutz und Ventilation



29.07.2015
Folie 6

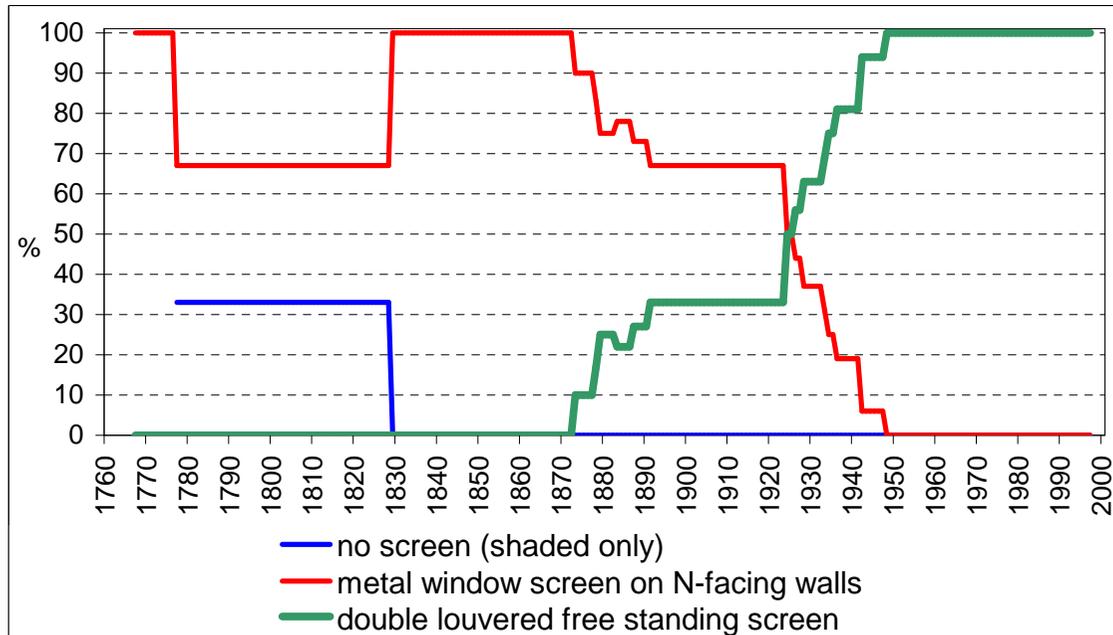


Quelle: ALOCLIM, 2001

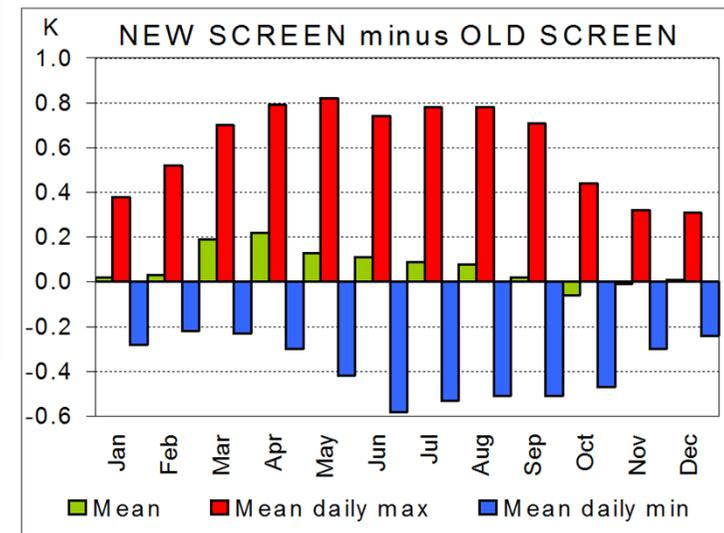
Messbedingungen -Wetterhütten



29.07.2015
Folie 7



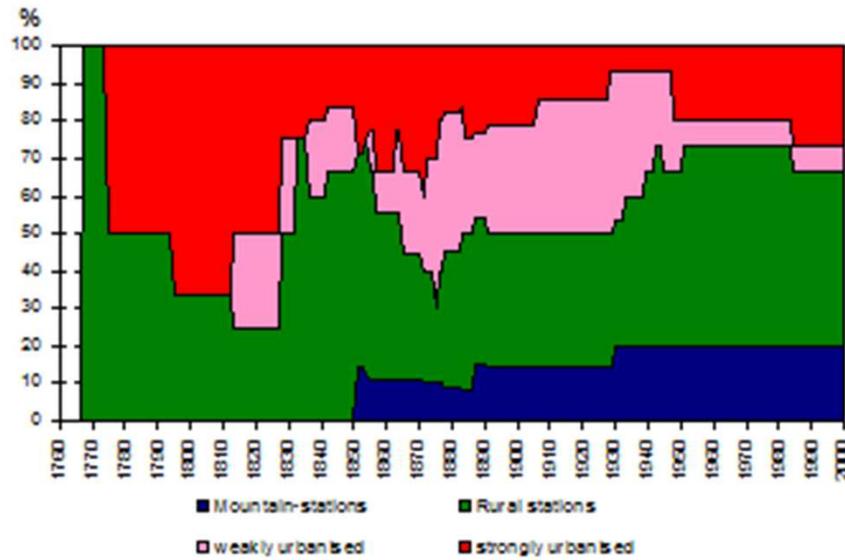
Wien: Hannhütte- Freilandhütte:
ventiliert – nicht ventiliert



Vergleich der Messbedingungen: historische Messbedingungen lieferten tiefere Maxima und höhere Minima, niedrigere Sommertemperaturen, höhere Wintertemperaturen

Quelle: ALOCLIM, 2001

Messbedingungen - Umgebung



Umgebungsbedingungen
österreichischer Langzeitstationen

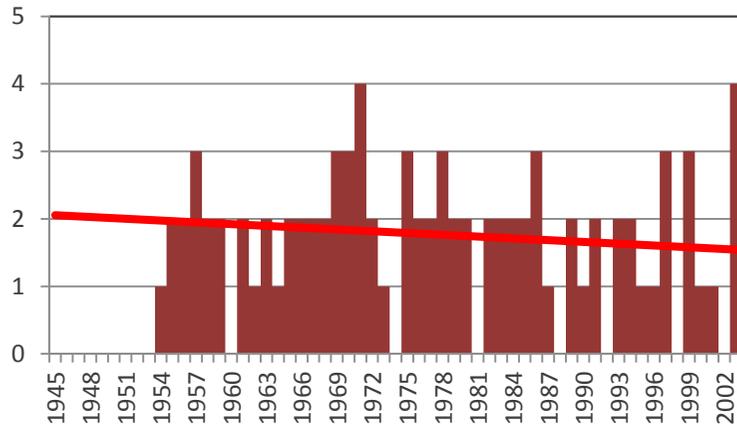
Quelle: ALOCLIM, 2001



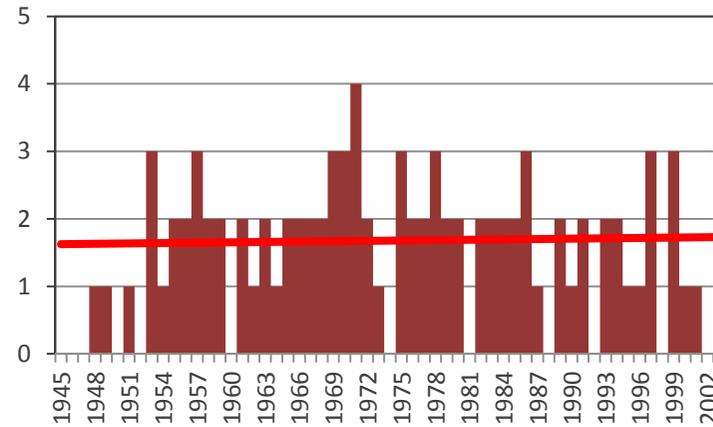
Niederschlagsfreie Perioden länger als 10 Tage



29.07.2015
Folie 10



Stat: Feldkirch
JZ: Herbst
Zeit: 1954 - 2003



Stat: Feldkirch
JZ: Herbst
Zeit: 1948 - 2003

50 Jahre sind nicht immer ausreichend

Auer et al, 2005

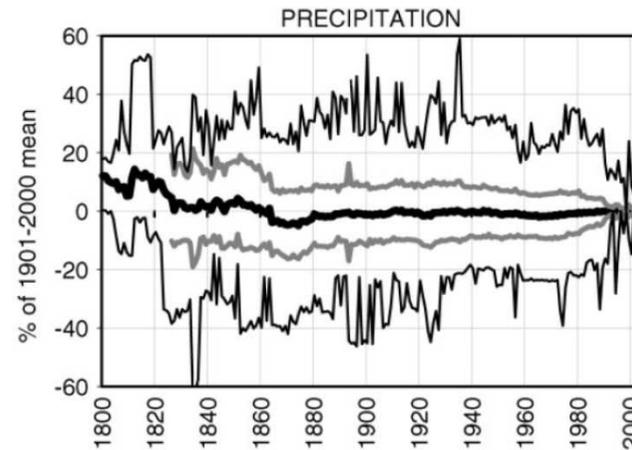
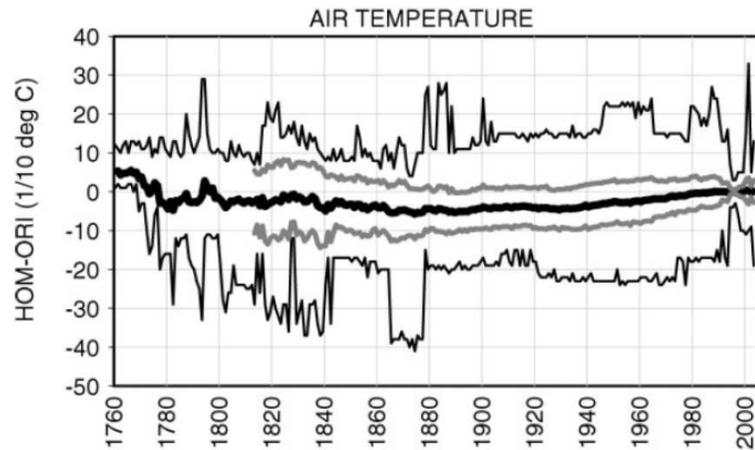
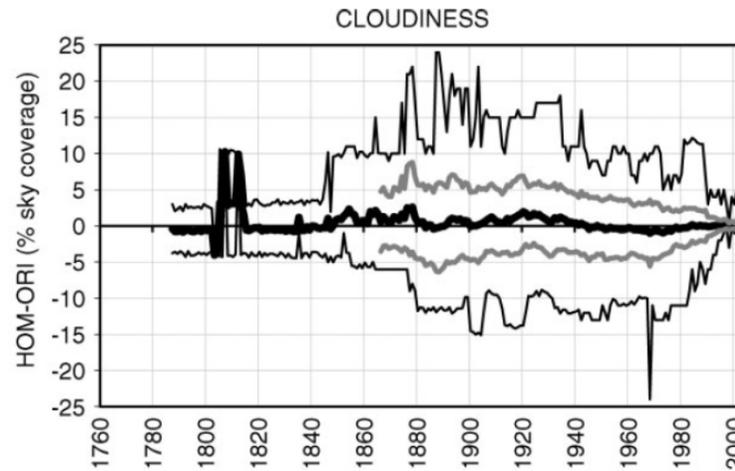
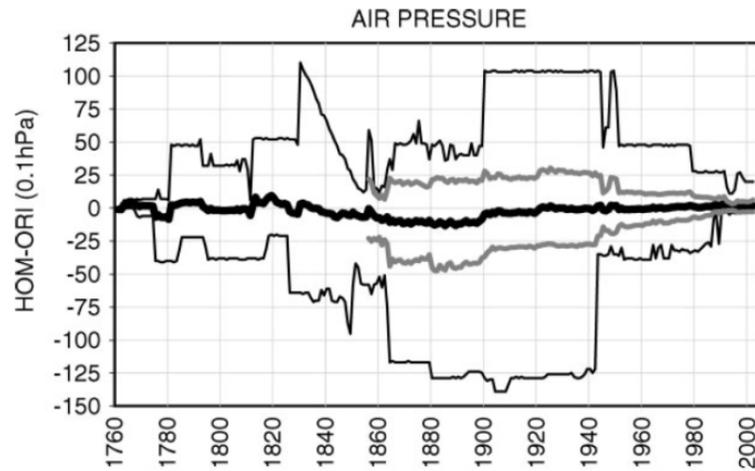
Inhomogenitäten sind nicht zufällig verteilt



mittlere Anpassung

± 1 Standardabweichung Spannweite

29.07.2015
Folie 11



Was ist Homogenisierung und warum wird homogenisiert?



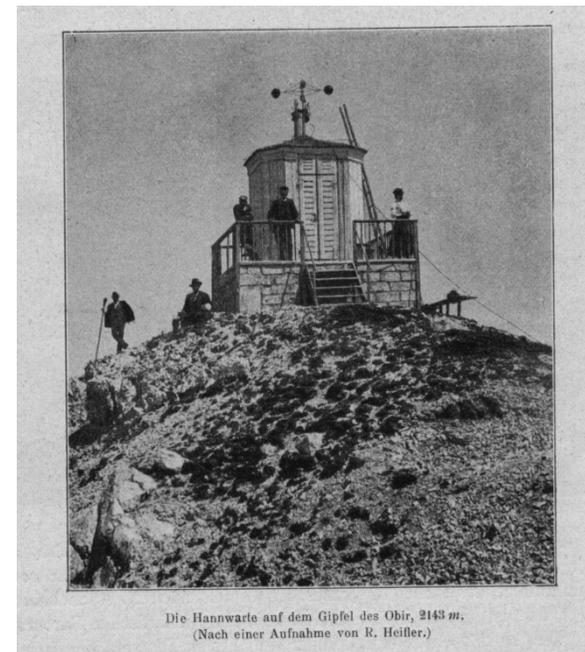
- Homogenisierung ist ein notwendiges Verfahren um Klimadaten aus der Vergangenheit für die Klimaforschung nutzbar zu machen.
- Klimaforschung benötigt lange Zeitreihen um Trends oder Wiederkehrzeiten bestimmen zu können
- Meteorologische Messungen aus der Vergangenheit wurden unter Messbedingungen erhoben, die nicht den heutigen entsprechen (keine Wetterhütten, keine Ventilation, Exposition der Instrumente, Beobachtungszeiten etc.)
- Um das wahre Klimasignal in den Zeitreihen erkennen zu können, müssen künstliche Brüche oder Trends (Inhomogenitäten) aus den Zeitreihen entfernt werden.
- Hilfsmittel sind Metadaten (Daten über Daten) und statistische Tests
- Inhomogenitäten sind nicht zufällig verteilt

29.07.2015
Folie 12

Julius Hann

- Um das Wettergeschehen zu erfassen benötigt man dreidimensionale Information der meteorologischen Elemente
- Bergstationen waren ein adäquates Mittel (keine Radiosonden)
- Hann hat die Gründung von Bergstationen propagiert → Gründung der Bergstation Sonnblick (1886) ; Bergstation Obir: (Prettner 1847), Vollausbau der Station unter Hann, 1883 Errichtung der Hannwarte am Hochobir

19.11.2015
Folie 13



Obir – Stationsgeschichte – Metadaten - Homogenisierung

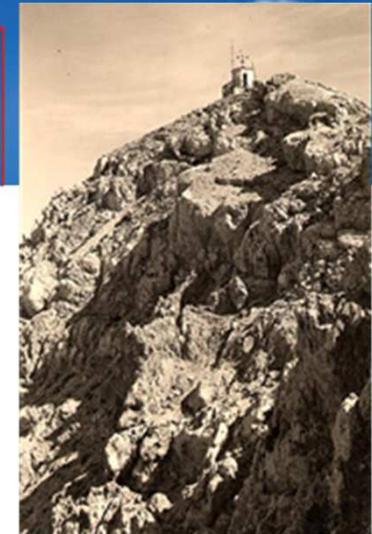
Obir: erste Gipfelstation in den Alpen!

Station Berghaus (Rainerhaus, Hochobir): 2040 m asl, (1847-12
1851-01 bis 1944-06), 90 m unterhalb des Gipfels,

Messungen erst ab 1851 brauchbar, Neubau des Gebäudes 1906,
Station geschlossen im Juli 1944, kurz darauf abgebrannt – kein
Wiederaufbau durch die ZAMG

1847-12 bis 1907-11 Thermometerschutz aus Holz vor der
Südwand des Hauses, 1907-11 bis 1923 Metallbeschirmung vor
dem NNW-Fenster, 1923 bis 1947: Wetterhütte

Hannwarte: ab 1981, Instrumente zur kontinuierlichen
Wetterregistrierung,



Hann-Warte auf dem Gipfel des
Hochobir; Quelle: Archiv des
Sonnblickvereins

Obirdaten für die Klimaforschung



Obir: erste Gipfelstation in den Alpen!

29.07.2015
Folie 15

Probleme:

Inhomogenitäten in der Reihe (alle Änderungen in der Reihe, die nicht durch das Klima bedingt sind!)

Reihe endet 1944

Lösung: Homogenisierung und Bildung einer kombinierten Zeitreihe mit Hilfe einer zweiten Station (nur unter bestimmten Voraussetzungen)

Villacher Alpe: Beim Ludwig Walter Haus unter dem Gipfel

Messungen ab 1921 (1929)

60 km Luftlinie Distanz, aber hohe Korrelation
Vergleichsmessungen 1929 – 1944 (16 Jahre)



Villacher Alpe, 1942



Wetterhütte

Gipfel

Niederschlagsmessung

29.07.2015
Folie 16



VON SE



VON NE



VON N



VON NNE

Homogenisierung



Entfernen aller Klimasignale in den Zeitreihen (Brüche, Trends), die nicht klimatischen Ursprungs sind: Stationsverlegung, Änderung der Beobachtungszeiten, Instrumententausch, Änderung der Umgebung (nah und fern)

29.07.2015
Folie 17

erste Hinweise aus der Stationsgeschichte,

Quantifizierung ? Vergleichsmessungen (sehr selten)

Homogenitätstests: möglichst objektive Tools Inhomogenitäten zu entdecken und sie zu beseitigen, Aussagen über die Unsicherheiten → höhere Qualität der Zeitreihe, geeignet um Trends zu bestimmen. Aussagen für ein bestimmtes Jahr unsicher

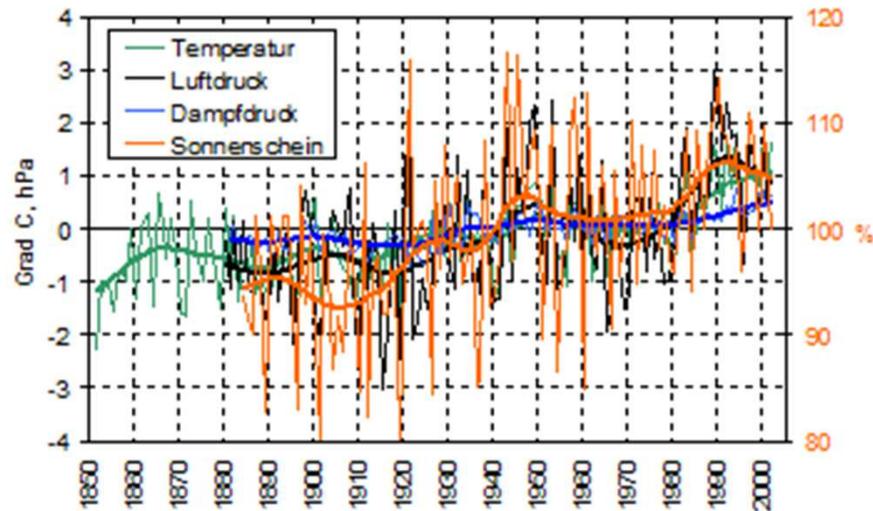
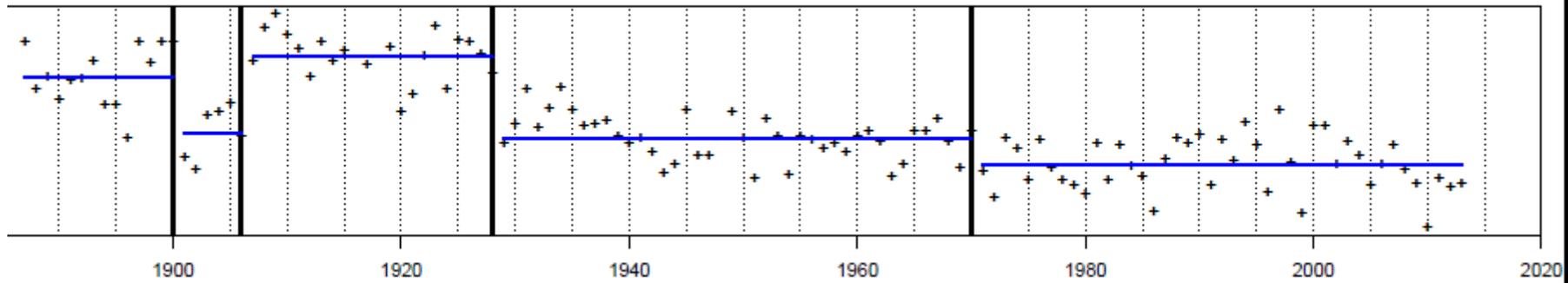
PRODIGE, HOCLIS, MASH, CMNT,

SPLIDHOM, HOM, INTERP.....

Erkennen von Inhomogenitäten - Anpassen



Tmittel 00000147 Villacher-Alpe vs 00000127 Sonnblick

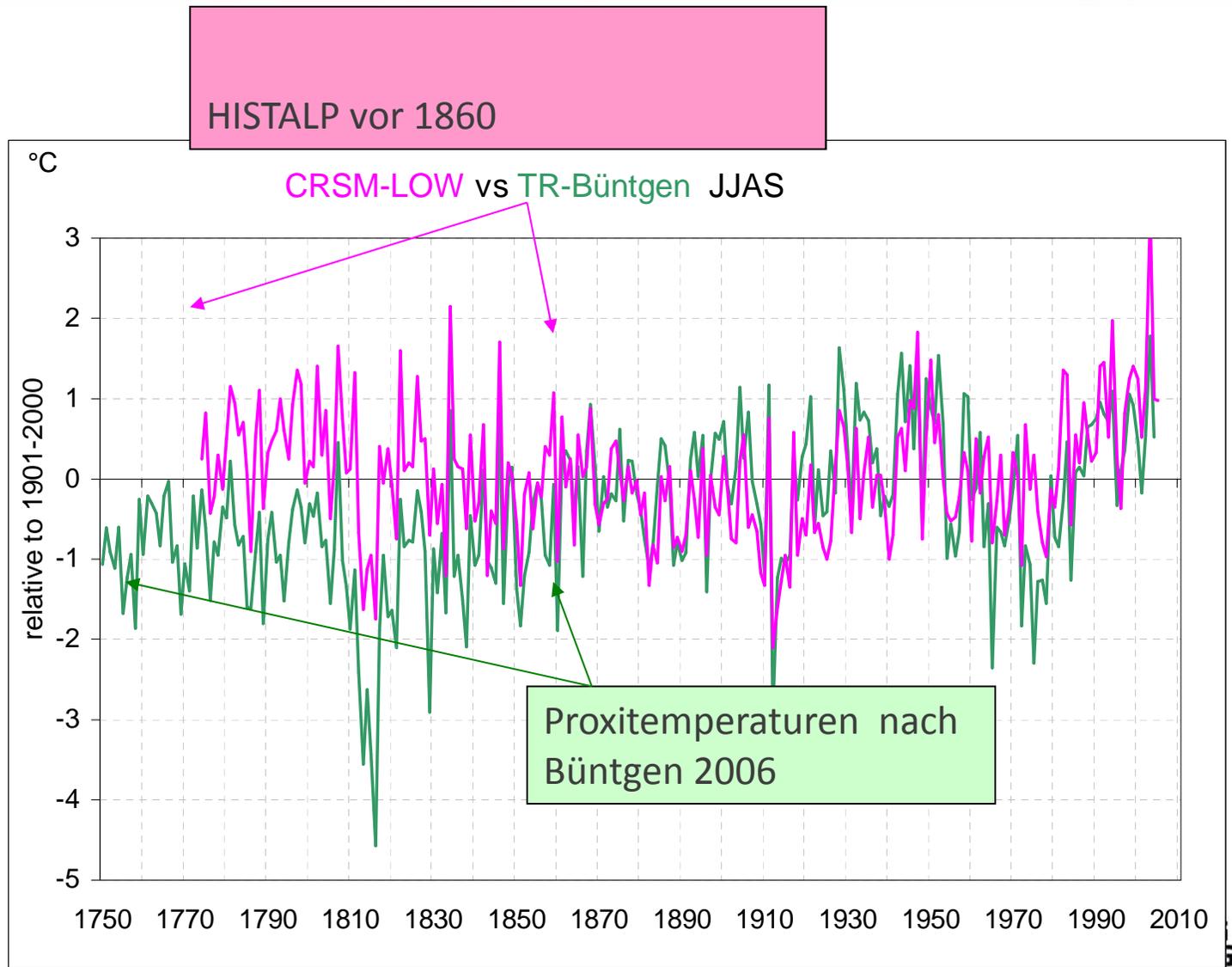


Zeitreihen der Jahreswerte von Lufttemperatur, Luftdruck, Dampfdruck und Sonnenscheindauer, kombiniert aus den Einzelreihen des Hochobir (bis 1944) und der Villacher Alpe (seit 1929).
 dünne Linien: Einzeljahre, dicke Linien: 30-jährig geglätteter Verlauf (Gauss-Tiefpassfilter); linke Skala: Temperatur, Luftdruck, Dampfdruck (Abweichungen)



Neuer und historischer Messplatz auf dem Gipfel der Villacher Alpe; Quelle: Stationsarchiv der ZAMG

Unterschiede zwischen instrumentellen Messungen und Temperaturrekonstruktionen vor 1860

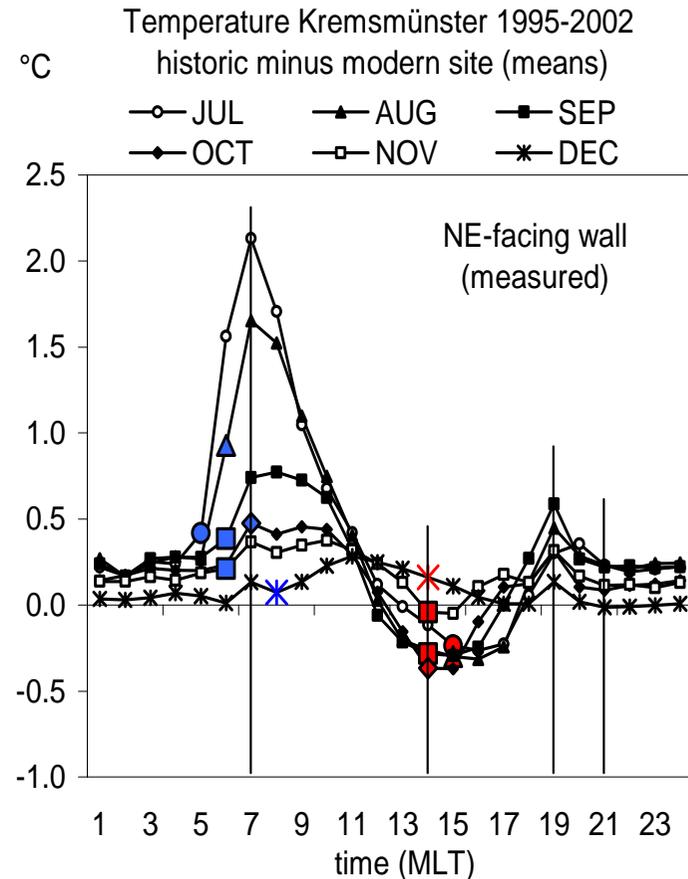
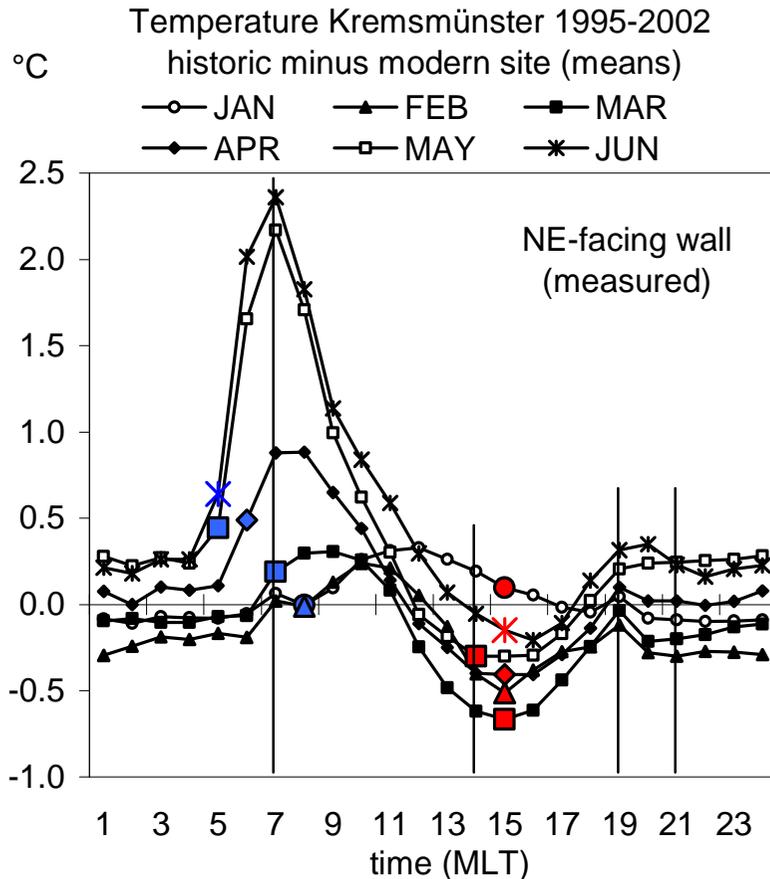


nach Böhm, 2008

Parallelmessungen in Kremsmünster ab 1995 - 2002



mittlere Differenzen der 8jährigen Parallelmessungen



1.5 – 2.5 ° zwischen Mai und August
kleine Differenzen im April und September

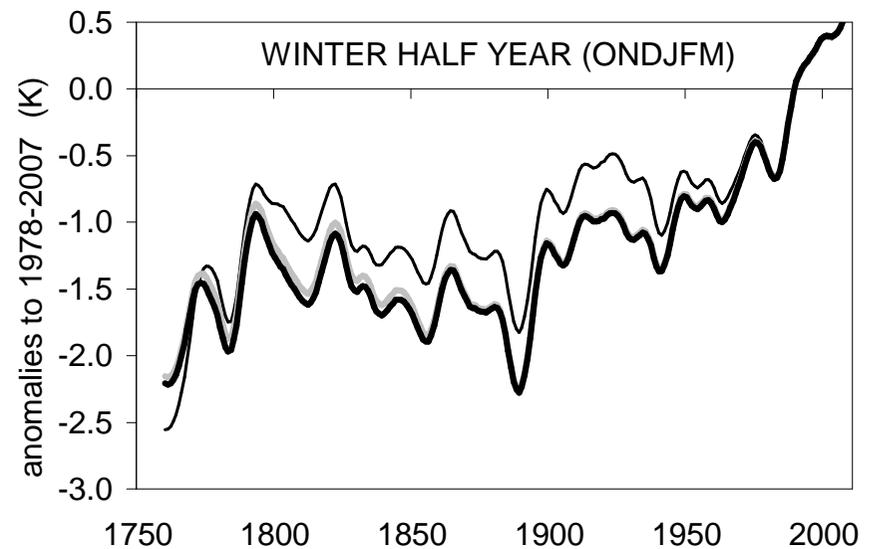
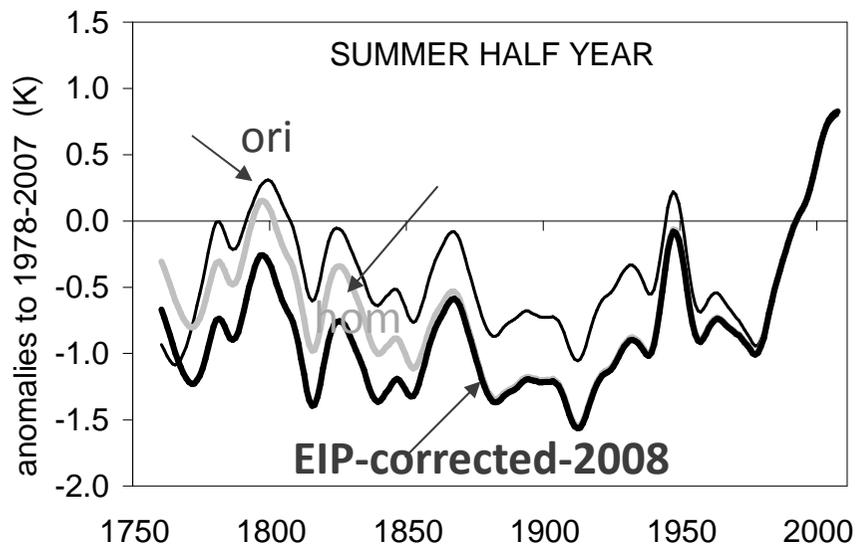
Böhm, 2010

homogenisierte, early instrumental bias korrigierte Mitteltemperaturen



Mittel aus 32 Stationen

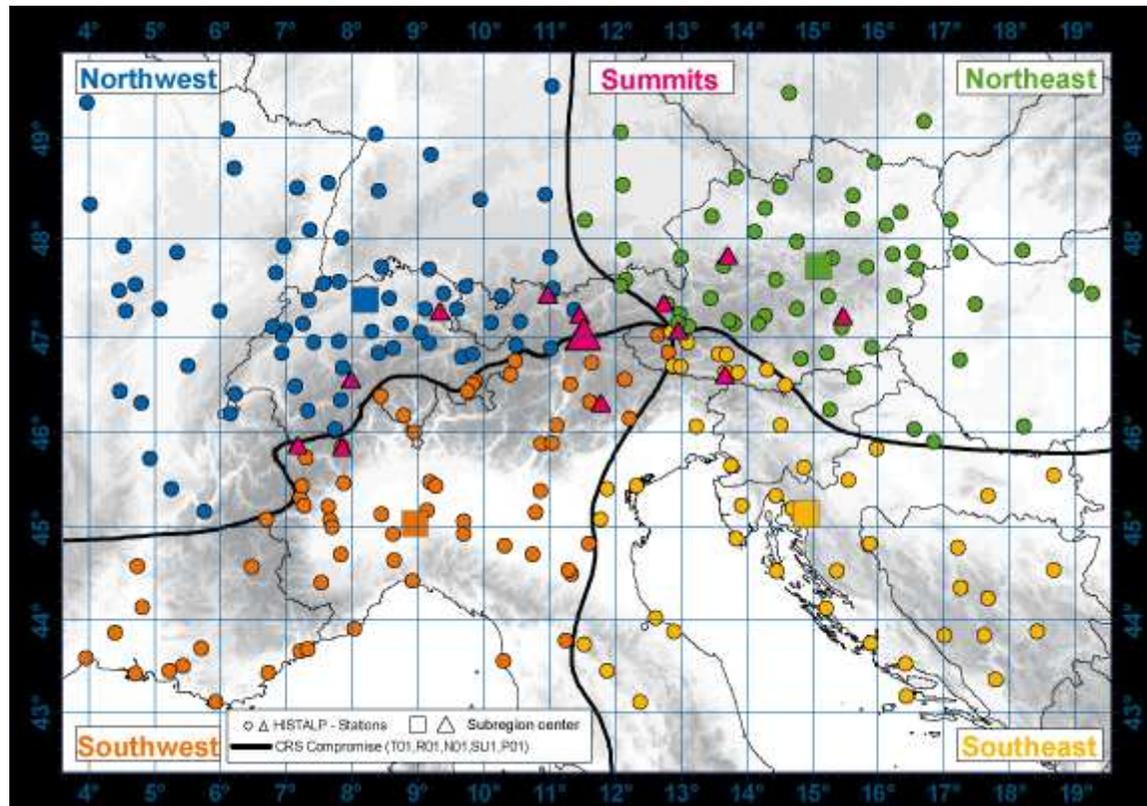
vor 1850 mittlere Herabsetzung der Temperatur um 0.4°C



Böhm, 2010

HISTALP

29.07.2015
Folie 23



Zeitreihen von
Lufttemperatur ab 1760
Luftdruck ab 1760
Niederschlag ab 1800
Sonnenscheindauer ab 1880

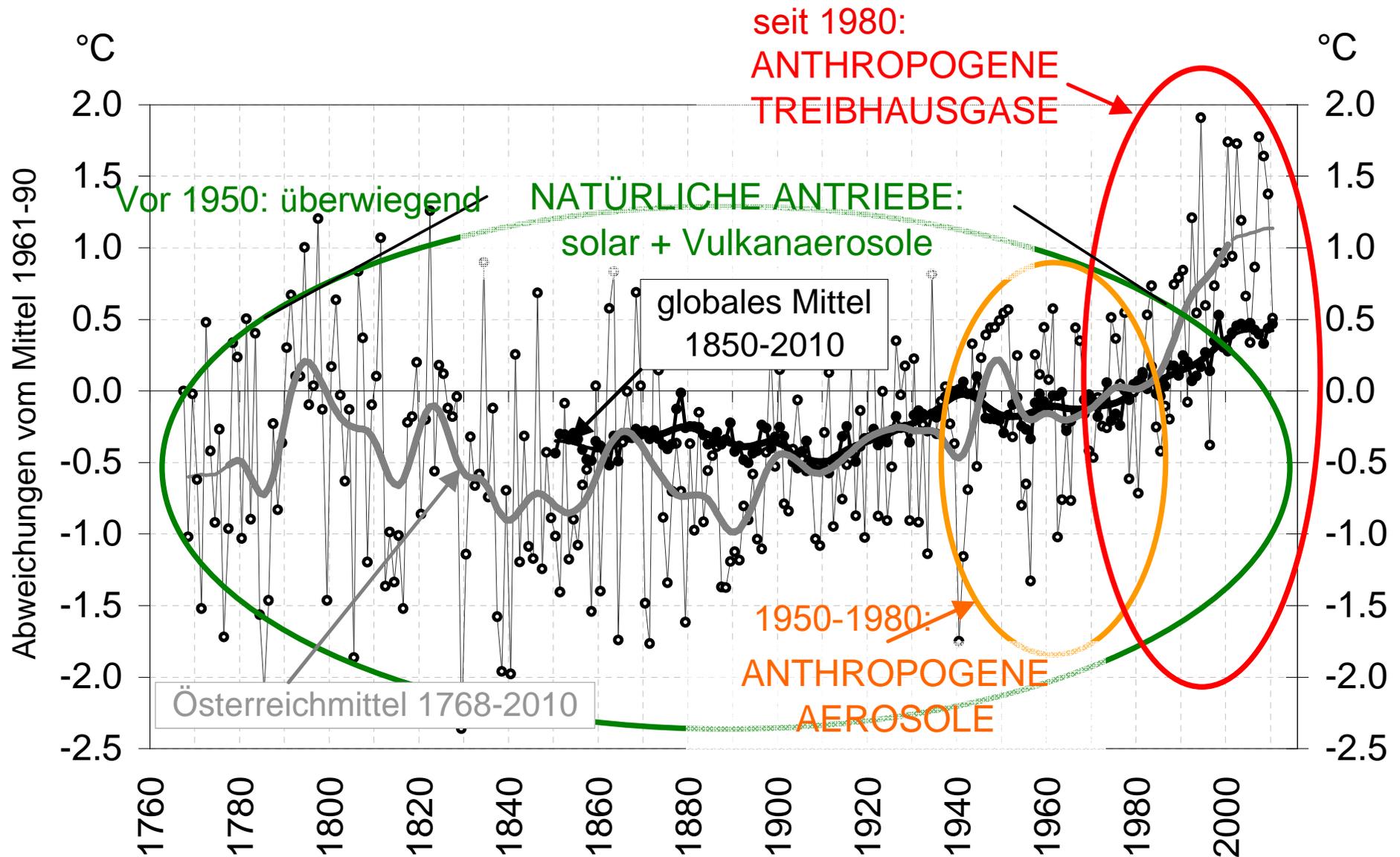
mehr als 500 Einzelreihen
von mehr als 200 Orten

homogenisiert!
möglichst lang!
ausreichend dicht!

Stationsdaten, Gitterdaten, Regionale Gebietsmittel

<http://www.zamg.ac.at/histalp>

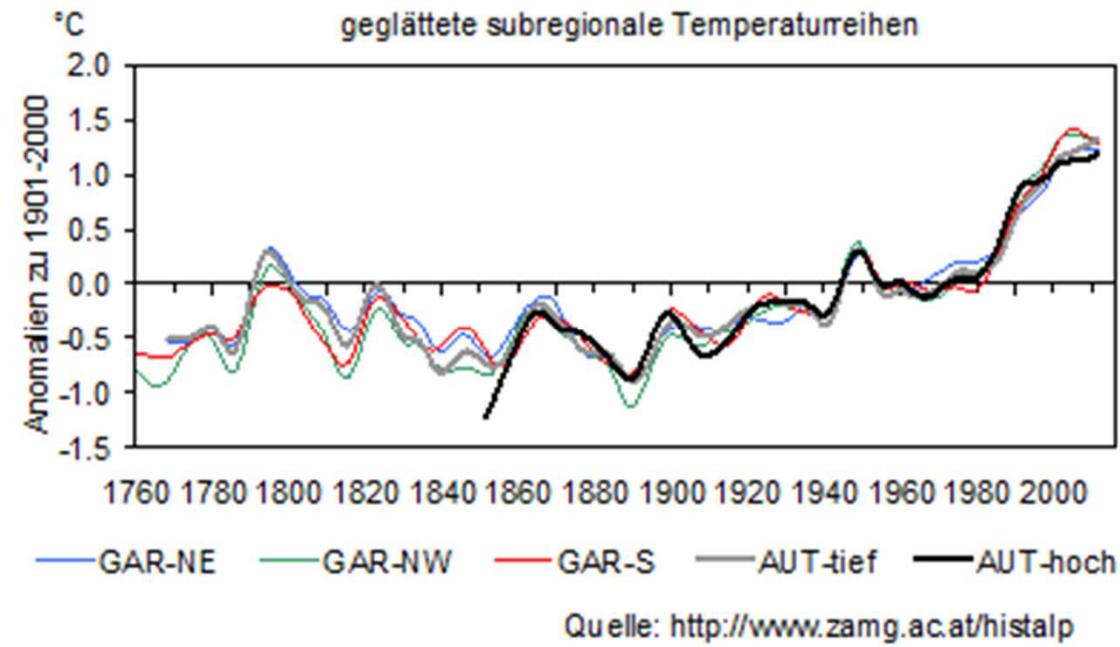
Der Alpenraum hat sich etwa doppelt so stark erwärmt wie die Erde insgesamt



Regionale Mittel der Lufttemperatur



29.07.2015
Folie 25

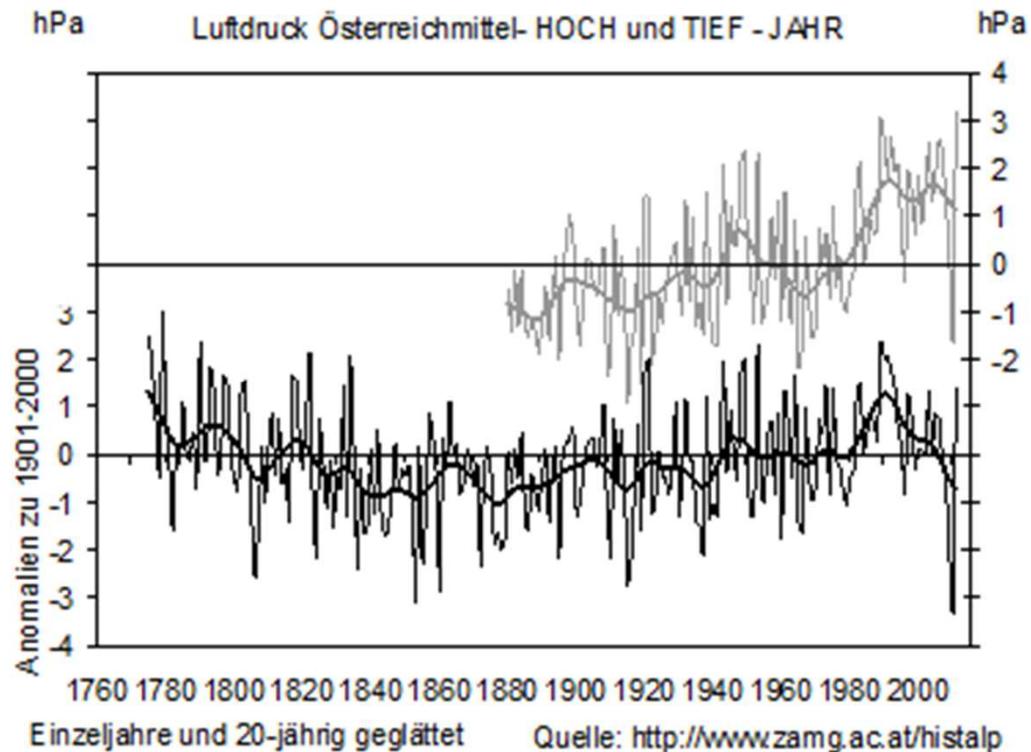


Anomalien der geglätteten Jahresmittel der Lufttemperatur zum Mittel des 20. Jahrhunderts für verschiedene Subregionen des Großraums Alpen. 20-jährig geglättet

Luftdruckdifferenzen – Temperaturanstieg



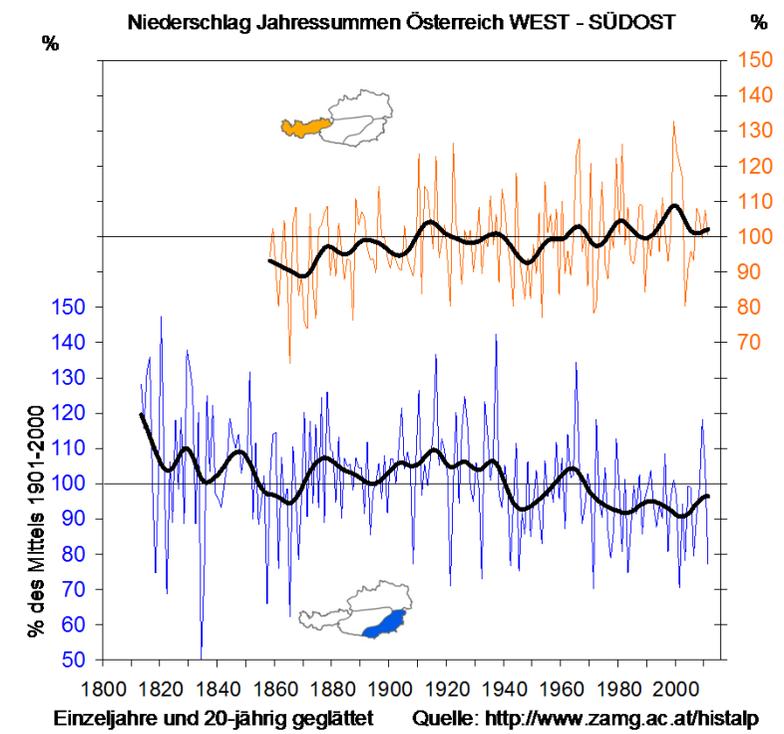
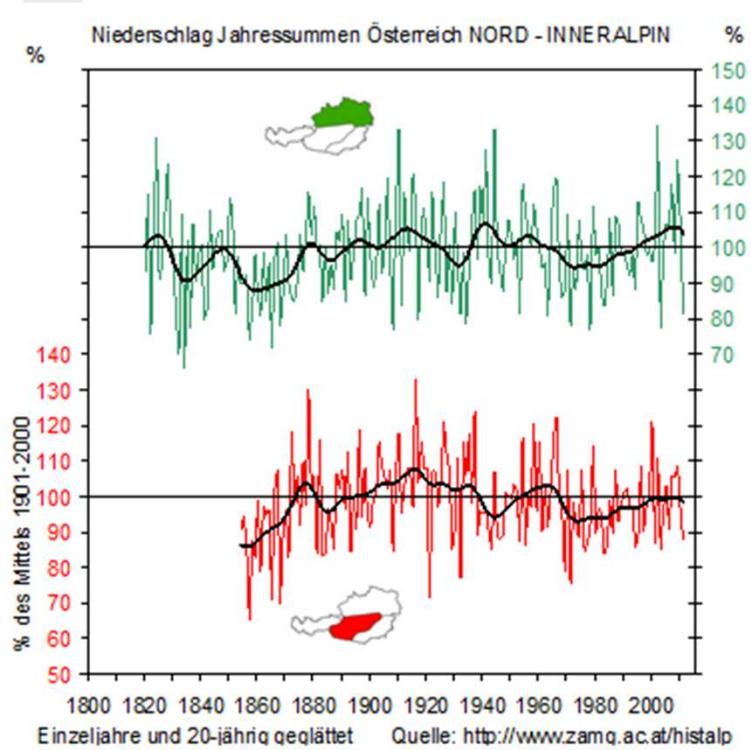
29.07.2015
Folie 26



Anomalien der Jahresmittel des Luftdrucks zum Mittel des 20. Jahrhunderts für die Region Österreich-TIEF (unten, 1775-2011) und Österreich-HOCH (oben, 1880-2011). Einzeljahre und 20-jährig geglättet

<http://www.zamg.ac.at/histalp>

Niederschlag



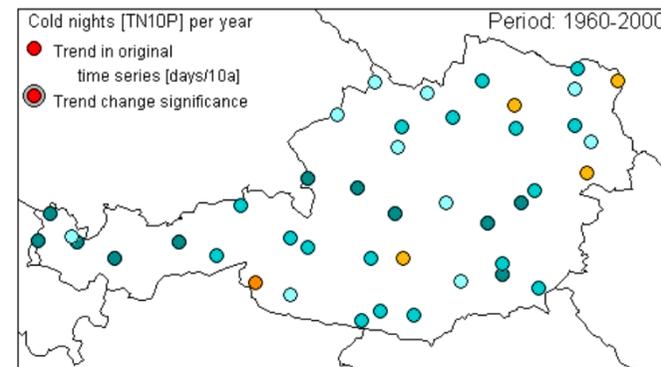
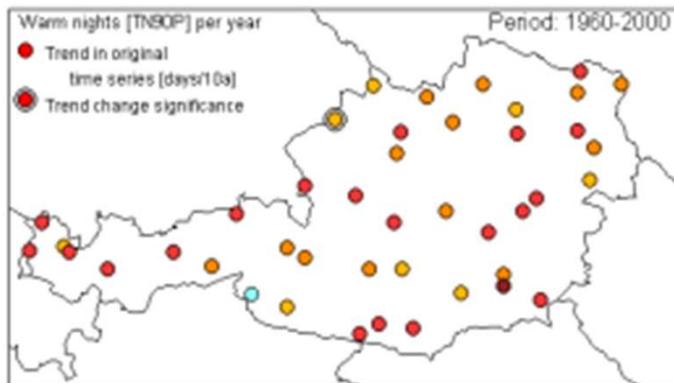
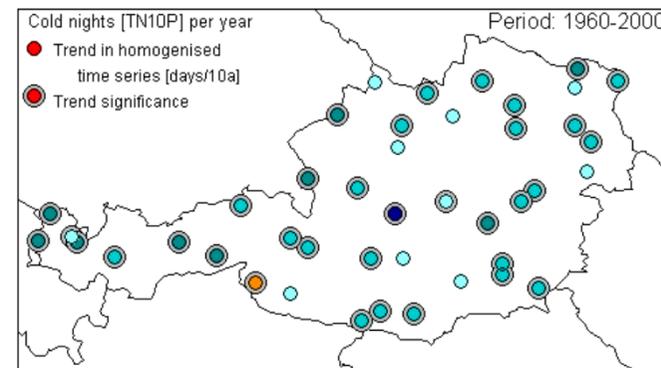
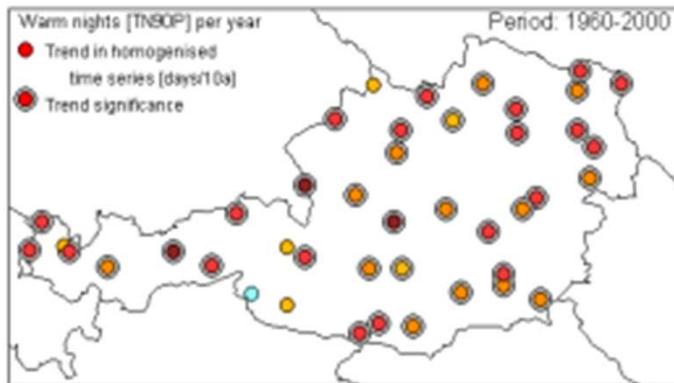
29.07.2015
Folie 27

Anomalien der Jahressummen des Niederschlages zum Mittel des 20. Jahrhunderts für vier Subregionen Österreichs. Einzeljahre und 20-jährig geglättet

Extremwerte – warme Nächte – kalte Nächte



29.07.2015
Folie 28

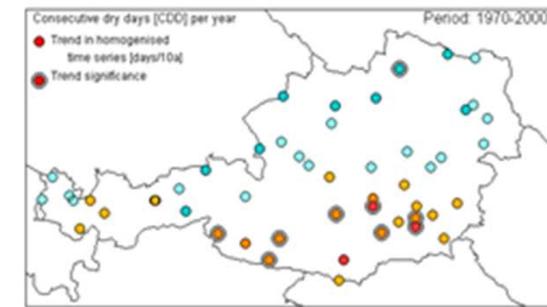
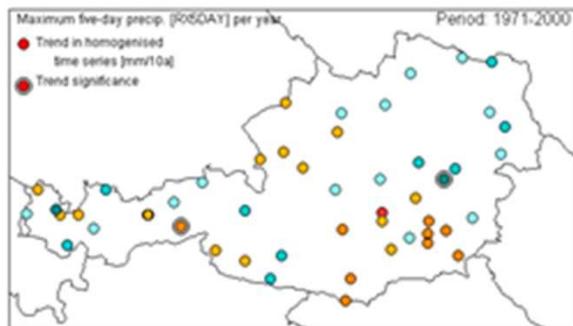
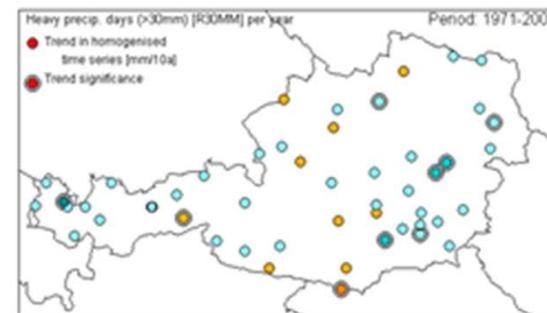
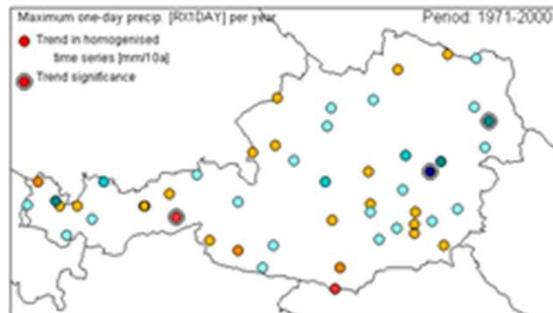


Lineare Trends der Extremwertindizes TN90P (warme Nächte, links) und TN10P (kalte Nächte, rechts) für die homogenisierten Datensätze (oben) und für die nicht homogenisierten Datensätze (unten) im Zeitraum 1961-2000 in täglicher Auflösung.

Extremwerte -Niederschlag



29.07.2015
Folie 29



Lineare Trends 1971-2000 (in mm/10 Jahre bzw. Tagen/10 Jahre) (eingeringelte Kreise signifikante Trends): lo : RX1day, lu: RX5day, ro: jährliche Tage mit mehr als 30 mm Niederschlag) ru.: maximale jährliche Länge von Trockenperioden

Nemec et al, 2011

Herausforderungen



29.07.2015
Folie 30

- verstärkte data rescue Aktivitäten – nichts von historischen Messungen darf verloren gehen, weltweite Initiativen, WMO
- HISTALP laufende Erweiterung (neue Elemente)
- Erweiterung auf tägliche Daten
- laufende Verbesserung (Neuhomogenisierung von Lufttemperatur : neue effektivere Methoden, Check der letzten Jahre

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Referenzen



- Auer I, Böhm R, Schöner W. 2001. ALOCLIM-Austrian Long-term Climate 1767-2000. Multiple Instrumental Climate time series from Central Europe. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik 25: 1-147. Publ.Nr. 397. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- Auer I, Korus E, Böhm R, Schöner W., 2005. Endbericht: Analyse von Hitze und Dürreperioden; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes auf das Element Dampfdruck.
- Auer I, et al. 2007. HISTALP – Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region. Int. J. Climatol. 27: 17-46 (2007). Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com) DOI: 10.1002/joc.1377,
- Böhm R., Jones P.D., Hiebl J., Frank D., Brunetti M., Maugeri M. (2010): The early instrumental warm-bias: a solution for long central European temperature series 1760–2007. Climatic Change 101, 41–67, doi:10.1007/s10584-009-9649-4.
- Nemec J, Gruber C, Chimani B, Auer I, 2012. Trends in extreme temperature indices in Austria based on a new homogenised dataset. Int. J. Climatol. (2012): Published online in Wiley Online Library, DOI: 10.1002/joc.3532

29.07.2015
Folie 31